

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-358127

(43)Date of publication of application : 13.12.2002

(51)Int.Cl.

G05D 7/06

F16K 31/02

G01F 1/00

G01F 1/692

H01L 21/205

(21)Application number : 2001-167075

(71)Applicant : ESASHI MASAKI  
HIRATA KAORU

(22)Date of filing : 01.06.2001

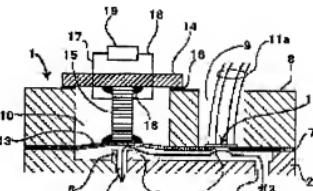
(72)Inventor : ESASHI MASAKI  
HIRATA KAORU

## (54) CORROSION-RESISTANT INTEGRATED MASS FLOW CONTROLLER

## (57)Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a corrosion-resistant integrated mass flow controller which can control the flow rate of a corrosive gas, is integrated into a small size and has a high speed responsiveness.

**SOLUTION:** In this controller, a main body composed of a body 2, a plate 7 and a fixing block 8 is formed of corrosion-resistant materials consisting of stainless materials, and the surfaces of a pair of detection resistances of a mass flow rate sensor 11 are protected with an AlN film. A mass flow rate is detected by the pair of detection resistances, and the driving voltage of a valve actuator 12 is controlled based on the detected signal, so that the flow rate of the corrosive gas is controlled.





(2)

特開2002-358127

2

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、高度半導体製造プロセス等に適用して閾値することがない、好適な耐腐食性基盤化マスフローコントローラに関するものである。

【0002】

【従来の技術】例えば、MOCVD (Molecular Organic CVD) や ALE (Atomic Layer Epitaxy) のような高度半導体製造プロセスで、高速応答でかつ正確な質量流量のコントロールが必要とされる。そのような用途に使用されるマスフローコントローラとして、例えば特開平1-213532号公報に開示されたマイクロバルブ・マスフローコントローラが知られている。

【0003】この従来のマイクロバルブ・マスフローコントローラは、シリコンウェハ上で、フローセンサと流量コントロールバルブとを集成化することにより、マスフローコントローラ内部の無効体積を減少させ高速応答性を実現できるという効果を奏すとするものである。

【0004】このようなマイクロバルブ・マスフローコントローラの応答性に関しては、極微量のガスに適用して10乃至20 msec程度の高速応答を発揮するものとしている。

【0005】また、ガス流路内部に堆積する反応生成物の堆積を防ぐために、吸着した水分を蒸発させることができる空焼き可能なシリコンマイクロバルブも提案されている。

【0006】

30 【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上述したシリコンウェハーを用いた従来のマスフローコントローラや、空焼き可能なシリコンを用いたシリコンマイクロバルブの場合には、本質的にシリコンに対して高食性を有するハロゲンガスについての後空コントロールには適用できないという問題がある。

【0007】このため、腐食性ガスに間しても流量コントロールが可能であり、かつ、優れた高速応答性を有する基盤化マスフローコントローラの実現が望まれているのが現況である。

40 【0008】本発明は、上記事情に鑑みてなされたものであり、小形基盤化が可能であり、腐食性ガスの流量コントロールにも適用でき、かつ、優れた高速応答性を発揮する基盤化マスフローコントローラを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 耐腐食性材料により形成されるとともに、ガスを流入させるガス流入口とガスを流出させるガス出口と、ガス流入口、ガス出口の間を通過するガス流路とを備えた本体と。

前記ガス流路の上側、下流側に極む配筋に設けられた一对の検出抵抗を備え、ガス流路を流れるガスによる冷熱作用によって生じる一对の検出抵抗の抵抗値の変化を利用して前記ガスの質量流量を検出する質量流量センサと。

前記本体内のガス流路の閾値を制御するマイクロバルブと。

前記質量流量センサの検出信号を、マイクロバルブに驱动信号を供給する駆動信号系にフィードバックしてマイクロバルブによるガス流路の閾値を制御し、前記ガス流路を流れるガスの流速制御を行な制御系と、を有することを特徴とする耐腐食性基盤化マスフローコントローラ。

【請求項2】 テンレススチールにより形成されるとともに、ガスを流入させるガス流入口とガスを流出させるガス出口と、ガス流入口、ガス出口の間を通過するガス流路を備えた本体と。

前記ガス流路の上側、下流側に極む配筋に設けられた一对の薄膜抵抗を備え、ガス流路を流れるガスによる冷熱作用によって生じる一对の薄膜抵抗の抵抗値の変化を利用して前記ガスの質量流量を検出する質量流量センサと。

前記ガス出口側にバルブシートと対向して設けたダイヤフラム部と、横隔壁ビエゾセラミックスとを一体化したバルブアクチュエータとを有し、バルブアクチュエータの動作でダイヤフラム部をバルブシートに接近させ前記本体内のガス流路の閾値を調節するノーマリオーブン型のマイクロバルブと。

前記質量流量センサの検出信号を、マイクロバルブのバルブアクチュエータに驱动信号を供給する駆動信号系にフィードバックして、マイクロバルブによるガス流路の閾値を制御し、前記ガス流路を流れるガスの質量流量を一定に制御する制御系と。

を有することを特徴とする耐腐食性基盤化マスフローコントローラ。

【請求項3】 前記ガス流路の上側側、下流側に極む配筋に設けられた一对の薄膜抵抗は、ガス流路側に腐食性ガスに対する耐腐食性を有するアルミニウムナイトライド(AlN)膜を備えていることを特徴とする。請求項2記載の耐腐食性基盤化マスフローコントローラ。

【請求項4】 前記横隔壁ビエゾセラミックスは高温用

## 特許 2002-358127

4

(3)

3

を備えた本体と、前記ガス流路の上流側、下流側に臨む配置に設けられた一対の検出抵抗を備え、ガス流路を流れるガスによる冷却作用によって生じる一対の検出抵抗の抵抗値の変化を利用して前記ガスの質量流量を検出する質量流量センサと、前記本体内のガス流路の開度を調整するマイクロバルブと、前記質量流量センサの検出信号を、マイクロバルブに駆動信号を供給する駆動信号系にフィードバックしてマイクロバルブによるガス流路の開度を制御し、前記ガス流路を流れるガスの質量流量を行う制御系と、を有することを特徴とするものである。

【0010】この発明によれば、本体を耐腐食性材料により形成するとともに、質量流量センサにおける一対の検出抵抗の前記ガス流路を流れるガスによる冷却作用によって生じる抵抗値の変化を利用して前記ガスの質量流量を検出し、質量流量センサの検出信号を、マイクロバルブに駆動信号を供給する駆動信号系にフィードバックしてマイクロバルブによるガス流路の開度を制御するように構成し、かつ、小形に構成しているので、腐食性ガスの流路コントロールにも適用でき、かつ、優れた高速応答性を発揮することができる。

【0011】請求項2記載の発明の架構化マスフローコントローラは、ステンレススチールにより形成されるとともに、ガスを流入させるガス吸入口とガスを放出させるガス排出口と、ガス流入口、ガス排出口の間に通ずるガス流路とを備えた本体と、前記ガス流路の上流側、下流側に臨む配置に設けられた一対の耐腐抵抗を備え、ガス流路を流れるガスによる冷却作用によって生じる一対の耐腐抵抗の抵抗値の変化を利用して前記ガスの質量流量を検出する質量流量センサと、前記ガス検出口側にバルブシートと対向して設けたダイヤフラム部と横型ビエゾセラミックスとを一体化したバルブアクチュエータを有し、バルブアクチュエータのオン動作でダイヤフラム部をバルブシートへ接触させた後、前記本体内のガス流路の開度を調節するノーマリオーブン型のマイクロバルブと、前記質量流量センサの検出信号を、マイクロバルブのバルブアクチュエータに駆動信号を供給する駆動信号系にフィードバックして、マイクロバルブによるガス流路の開度を制御し、前記ガス流路を流れるガスの質量流量を一定に制御する制御系とを有することを特徴とするものである。

【0012】この発明によれば、ステンレススチールにより本体を形成しているので、請求項1記載の発明と同様、耐腐食性に優れ、腐食性ガスの流路コントロールにも適用できる。また、質量流量センサ及びダイヤフラム部と横型ビエゾセラミックスとを一体化したバルブアクチュエータによって、ガスの質量流量の制御を行なう際

化マスフローコントローラの小形集積化が可能である。

【0013】請求項3記載の発明は、請求項2記載の架構化マスフローコントローラにおいて、ガス流路の上流側、下流側に臨む配置に設けられた一対の耐腐抵抗が、ガス流路側に腐食性ガスに対して耐腐食性を有するアルミニウムナイトライド(A1N)膜を備えていることを特徴とするものである。

【0014】この発明によれば、一対の耐腐抵抗のガス流路側にアルミニウムナイトライド膜を備えていることから、とくに、質量流量センサの耐食性を高めることができる。

【0015】請求項4記載の発明は、請求項2記載の架構化マスフローコントローラにおいて、前記横型ビエゾセラミックスが高温用のもののが用いられ、前記横型ビエゾセラミックスとダイアフラム部とは無機系耐腐食性接着剤によることによって一体化されしていることを特徴とするものである。

【0016】この発明によれば、横型ビエゾセラミックスが高温用のものとし、横型ビエゾセラミックスとダイアフラム部とを無機系耐腐食性接着剤により一体化しているので、ステンレススチールからなる本体及びマイクロバルブの耐熱性を向上させ、ベーク可能な耐腐食性化マスフローコントローラを実現できる。

【0017】【発明の実施の形態】以下に本発明の実施の形態について詳説に説明する。図1は本発明の耐腐食性架構化マスフローコントローラ1の構造を示す概略断面図であり、図2は耐腐食性架構化マスフローコントローラ1のバルブアクチュエータ12のオン動作時を示す部分概略断面図である。

【0018】この耐腐食性架構化マスフローコントローラ1は、ステンレススチール製で略直方体形状のボディ1と、ステンレススチール製のフレート7及びステンレススチール製の略直方体形状の固定用ブロック8とを接着配置して構成している。

【0019】ボディ2の上面には、ガス流路を形成する四部3が設けられ、このボディ2の下方から四部3に連通するガス流入口4、ガス流出口5が設けられ、さらにこのガス流出口5の上部側にバルブシート部6が形成されている。

【0020】固定用ブロック8には、前記ガス流入口4の近傍位置となる配置でセンサ配設穴9が形成され、また、前記バルブシート部6及びその周辺に臨む位置にアクチュエータ穴10が形成されている。センサ配設穴9内には、前記フレート7の一部に開口した孔部7aに臨ませて、詳細は後述するガスの質量流量を検出する質量

v1

12及びダイヤラム部13からなり、アクチュエータ穴10内にバルブアクチュエータ12及びダイヤラム部13が配設されている。ダイヤラム部13は、前記アクチュエータ穴10内におけるプレート7のバルブシート部6に臨む部6からなる。

【0022】バルブアクチュエータ12は、固定用ブロック8のアクチュエータ穴10を覆うようにして配設したパイレックス(登録商標)ガラスからなる蓋14の下面に、直方体状に形成した横隔壁ビエゾセラミックス15の上端をエボキシ接着剤16により接着するとともに、この横隔壁ビエゾセラミックス15の下端をエボキシ接着剤16を用いて前記ダイヤラム部13の上面側に接着することにより構成されている。蓋体14と固定用ブロック8との接触部もエボキシ接着剤16により接着されている。

【0023】前記エボキシ接着剤16の昔晩に、歯科接着用の熱可塑性耐熱性接着剤であるジンセメントを使用するとともに、横隔壁ビエゾセラミックス15を高温用のものとすることにより、耐腐食性導電化マスフローコントローラー1をベース可能なものとすることができる。

【0024】バルブアクチュエータ12の横隔壁ビエゾセラミックス15には、一対のリード線17、18を介して制御系19が接続され、制御系19は、質量流量設定値と後述の質量流量センサ11の検出質量流量とから定まる圧縮率を、横隔壁ビエゾセラミックス15へ印加する。

【0025】このような耐腐食性導電化マスフローコントローラー1の構成により、前記ガス流入口4から流入し、質量流量センサ11により質量流量が検出され、制御回路20によって適切な電圧をビエゾセラミックス15に印加され、バルブシート部6とダイヤラム部13との間隔が調整され、ガス流出口5から外部へ流出するガスの質量流量が制御される。

【0026】また、図2に示すように、横隔壁ビエゾセラミックス15は電圧を印加したとき回りのように設計されられており、横隔壁ビエゾセラミックス15を最大位にさせたときは、ダイヤラム部13をバルブシート部6に押しつけてガスのガス流路を閉じるように構成している。一方、図1に示すように、横隔壁ビエゾセラミックス15に電圧を印加しないときは、ダイヤラム部13とバルブシート部6との間のガスのガス流路を開ける(ノーマリオーブン)ように構成している。

【0027】次に、図3乃至図6を参照して質量流量センサ11について説明する。図3は質量流量センサ11のマイクロマシニング技術による製造工程を示す工程経

【0028】以下、質量流量センサ11の製造工程を図4を参照して説明する。まず、紙端面20mm、厚さ150μmのステンレススチールのプレート7を用意し(図4(1))。このプレート7上面に1μmのAIN(アルミニウムナイトライド)膜31を100°C, N<sub>2</sub>雰囲気下で反応性スパッタリングにより成長する(図4(2))。

【0029】次にフォトリソグラフィによりフォトレジストをパターニング後、Cr/Pt/Cr(30nm/50nm/30nm)をEB(電子ビーム)蒸着により成長し、リフトオフ・プロセスにより一対のプラチナ製の薄膜抵抗33a、33b、コントラクト部33c、33dを有する抵抗パターン32を形成する(図4(3))。AIN膜31を支えるため、抵抗パターン32の上からTEOS(Tetra-Ethoxy-Silane)を用いたプラズマCVDにより9μmのSiO<sub>2</sub>膜33を成長し(図4(4))。フォトリソグラフィを行った後にバッファード・フッ酸によりSiO<sub>2</sub>膜33をエッチングして取り出し、薄膜形成のためのパターニングをする(図4(5))。プラズマCVDによる成長方法は、成膜されたSiO<sub>2</sub>膜33の残存応力が小さいため選択した。

【0030】最後に、裏面側にフォトリソグラフィを行った後に、ステンレススチールからなるプレート7をエッチングして(図4(6))孔部7aを形成し、SiO<sub>2</sub>膜33、Cr/Pt/Cr/AIN膜からなる薄膜抵抗33a、33bを孔部7aに縮ませてガス接露部を形成する。

【0031】このようにして製造された質量流量センサ11の寸法及び幅の寸法例を図4に示し、その断面構造を図5に示す。また、質量流量センサ11における薄膜抵抗33a、33bの拡大形状を図6に示す。

【0032】図4、図5に示す質量流量センサ11は、マイクロマシニング技術により耐腐食性材料を用いて製作される。マイクロマシニング技術により小型化された質量流量センサ11は、質量流量センサ自身の熱容量が非常に小さくなるため高感度且つ高速応答が可能となる。

【0033】センサであるプラチナ製の薄膜抵抗33a、33bは、温度によって抵抗が変化し、抵抗値から温度がわかる。薄膜抵抗33a、33bに適当な電流を流すことにより一定温度に加熱して使用する。また、薄膜抵抗33a、33bがともに冷却される。薄膜抵抗からガスへの熱量の移動量(目)は、キング(K:ng)の式により下記式1のように表される。

【0034】

度であり、A及びBは定数である。すなわち、ガスはガス流の上流側の薄膜抵抗3.3 aから熱量を蓄て温度が上昇するから、薄膜抵抗からガスへの熱量の移動量が上昇と下流の薄膜抵抗3.3 a、3.3 bでばり異なり、薄膜抵抗3.3 a、3.3 bの温度、すなわち抵抗値が異なってくる。ガス流の下流側の薄膜抵抗3.3 bと上流側の薄膜抵抗3.3 aとの温度差、すなわち抵抗値差は、質量流束を依存し、例えば1ヒートアントリップリック回路を用いてそれそれのセンサの抵抗線の変化を測定することにより前記温度差を検出可能であり、この温度差から質量流束の検出が可能である。

〔0036〕また、前記薄層抵抗33a、33bは、1  $\mu$ mのA-N層31及び9  $\mu$ mのSiO<sub>2</sub>層33でサンプルチック状に形成され、ダイヤフラムを形成しており、A-N層31はフッ素や塩素等の耐食性のあるハログンガスに対し耐熱性を有するため、孔部3a（ガス流路）側にCA-N層31面を配置している。

〔0037〕次に、上記の電圧遮断センサを用いた制御系について説明する。図7は、耐震性能構成化マスクワーカントローラの制御系を示す回路構成例を示す圖である。この制御系は、抵抗R1、R2、と電圧遮断センサ1の蔵蓄抵抗3 a、3 bとによりホイートストンブリッジ回路を構成し、このホイートストンブリッジ回路に定電圧源4かららせん電圧を供給し、ホイートストンブリッジ回路の出力を、比較器4.1、増幅器4.2を介して増幅し（センサ出力）、流量設定信号4.6と加算し、この加算した出力を信号増幅器4.4を介して増幅し、バルブアクチュエータ12に供給する、閉ループ制御回路である。

〔0038〕また、耐臍食性基盤化マスフローコントローラ自身の温湿度が高くなると変換する場合に、制御系として定温温度差制御を実現することができる。図7に示した制御系においては、薄膜抵抗に定温圧を供給して、すなわち定温差を制御している。しかしながら、定温圧制御を用いること、薄膜抵抗周囲温度が高くなると上昇すると薄膜抵抗が著しく上昇し、消費電力が減少するため、制御系の感度が悪くなると言った課題がある。この課題を解決するために、定温度差制御を用いることができる。図8は、耐臍食性基盤化マスフローコントローラの定温度差制御の回路構成例を示す図である。この制御系は、ブリッジ抵抗にフィードバックをかけることにより、周囲温度に影響を受けて常にセンサの温度を一定範囲に保つことができ、制御系の感度が悪くなることがない。

【0039】 またさらに、高精度に質量流量制御するためには、測温測定用薄膜抵抗を有した質量流量センサを

膜抵抗を有する質量流量センサの構成を示す図である。この質量流量センサは、図4の質量流量センサに較べ、測定用部の薄壁抵抗33 c, 及び33 dを有している。この構成によれば、測定用部の薄壁抵抗33 c, 及び33 dは連続供出用の薄壁抵抗33 a, 33 bと同一の部材で形成されるので、抵抗温度係数が等しい。測定用部の薄壁抵抗33 c, 及び33 dの抵抗値変化から測温を挿出し、制御系にフィードバックすることによって、測温を影響されずに高精度に質量流量を制御することができる。

【0046】本発明の耐薙刈性集積化マスクローコントローラには、ステンレス材から構成しているので、S1 半導体プロセスで使用されるハログンガスによって腐食されることなく使用することができる。また、質量流量センサのガスに接触する面は、A1N で被覆されているので、S1 半導体プロセスで使用されるハログンガスによって腐食されることなく使用することができる。また、マイクロバルブ、バルブアクチュエータ、質量流量センサがセル内体積中に一体に収容されているから無効体積が小さく、高速動作が可能である。また、胴部側に設けた定温度制御部を用いれば、測温変化によって制御系の精度が低下することがない。また、測温変動用導熱抵抗を有する質量流量センサを用いれば、測温変化に影響されることなく高精度の質量流量制御ができる。さらに、ステンレス材を用いているので歯垢が可聴となり、ステンレス材と配合との結合が容易となる。

【0041】以下に、本発明の耐腐食性集積化マスクロードコントローラの特性評価結果を示す。

### (1) 耐鹽性

30 図10の(a)及び(b)は、C<sub>1</sub>ガスを耐腐食性非  
潤滑マスフロー(コントローラ)に接続した後と前と、C<sub>1</sub>ガス  
を流し質量流量センサ11を6時間操作させた後の質量  
流量センサ11の写真である。C<sub>1</sub>ガスを接続した後  
も、質量流量センサ11の表面には特に変化が確認され  
なかったことから、本発明の耐腐食性非潤滑マスフロー  
コントローラの耐腐食性を確認することができた。な  
お、ステンレス部材には当然ながら、同様変化は見られ  
なかった。

### 【0042】(2) 管道流至剥蚀特性

40 C1：ガス(40 kPa)を用いて評価された耐腐食性  
塗装化マスフローコントローラの電圧-塗装性状を図1  
1に示す。図1.1において、端子は電圧(V)、端子は  
フローレイド(SCCM)を示す。C1、ガスの流速は  
耐腐食性塗装化マスフローコントローラのガス入力側に  
取りつけられた市販の質量流量計により測定した。ま  
た、バルブアキュチュエーター12は1000Vの電圧で、

ンレススチールのプレート7の表面が非研磨状態( $R_m = 1 \mu\text{m}$ )程度であれば、バルブシート部6から若干のリリークが生じる懼れがあるため、プレート7の表面研磨精度に留意することが必要である。

【0044】図12はC1. ガスの流量に対する質量流量センサ1の出力電圧の関係を示す図である。横軸はフローレイット (SCCM) を、縦軸は出力電圧 (mV) を示している。図から明らかなように、出力電圧値は、質量流量の平方根にはほぼ比例している。

【0045】図13は、C<sub>1</sub>、ガス入力圧力に対する質量流速及びバルブアクチュエータ12を印加されるまでの間際を示す特性図である。横軸はガス入力側の圧力 (kPa) を、左側の縦軸はフローレイト (SCCM) を、右側の縦軸はバルブアクチュエータ12に印加された電圧 (V) を示す。質量流速設定値を一定値に保持したとき、ガス入力圧力の増加に従ってバルブアクチュエータ12の電圧値 (点線で示す) が上昇し、ダイヤフラム部13のギャップが狭くなり、質量流速を一定に保持していることがわかる。ガス入力圧力を40 kPaから100 kPaに変化させたとき、質量流速の変化 (実線で示す) は2 SCCM以内であった。なお、制御系19には図8に示した制御部を用いている。

〔0046〕図14は、C1、ガスを用いた場合の耐腐食性簡素化マスクローコントローラのステップ応答特性の測定結果を示す特性図である。図は、検査定査信号（中段）をステップ状に変化させたときの質量流量センサ11の出力（上段）及びリバープラグチュエタ12の印加電圧（下段）の関係を示すものである。

〔0047〕図14から明かなように、耐酸性炭化マスフローコントローラのガス流量応答は、10 msec以内であることが確認された。高適応度を達成できた理由としては、バルブアクチュエータ12及び電磁流量センサ11の高適応度化に加え、ガス流路の無効体积を減少させたことが挙げられる。

【0048】図15は、上記測定に使用した本発明の耐食性無処理マスフローコントローラの具体的構成を示す斜視図であり、図16は分解斜視図である。この耐食性無処理マスフローコントローラ60は、ステンレススチール製のボディ52と、ステンレススチール製のフレーム53及び固定用ブロック54で構成され、外形寸法は20mm×20mm×20mmである。ボディ52は公知の機械加工により製作され、ガス導管、バルブブースト61及びガスケット62を嵌める溝を形成している。前記ガス流路においては、ガスケット62を専用の油に嵌めてハーメックスシールする。ガスケット62用のガスケット材には、耐食性を有し且ハーメックスシール性を有する。

入口流通穴 52 a、ガス流路、バルブシート 61、出口流通穴 52 b を経て、ガスアウトレット 72 から図示しない配管系に放出されるようになっていき。

【0050】マイクロバルブを構成するダイヤフラム部55及び質量流量を測定する既述した実施の形態の構成と同様な構成からなる質量流量センサ56は、プレート53に取り付けられる。また、固定用ブロック54上に配置した板状のパリエクスガスカクシなる壁体54は、より支持され、固定用ブロック54内に配置する流速調整用のバルブアクリュエータ57としては、既述した実施の形態と同様、高速且つ大きな駆動力を有する横型ビセラルモータを用いた。

【0051】バルブアクリュエータ57として用いる横型ビエゾセラミックスとダイヤフラム部55とをエボキシ樹脂により接着した後、1000Vの高電圧を印加し、横型ビエゾセラミックスを伸長させたままエボキシ樹脂を硬化させる。エボキシ樹脂が完全に硬化した後で電圧を切ると、横型ビエゾセラミックスが元の長さに戻り、この結果、ダイヤフラム部55とバルブシート61との間にわずかなギャップが形成されノーマリオーバンプタイプの構造とすることができる。

【0052】ボディ52、ブレート53、固定用ブロック54の固定構造は、ボディ52の四隅にねじ孔81を配置し、ブレート53の四隅にもねじ孔81に対応する配置で抜穴82を配置し、固定用ブロック54の四隅にも前記ねじ孔81に対応する配置でボルト孔83を配置し、固定用ブロック54及びブレート53を、4本のボルト59を用いてボディ52にねじ止め固定するものである。

【0053】この集満化マスフローコントローラ5において、バルブアクチュエータ5は適当な電圧を加えること、このバルブアクチュエータ5が伸長し、図16に示すようにダイヤフラム5がバルブシート61と接触して、ガス流路を遮るガスの流れが止まる。また、バルブアクチュエータ5に対する電圧の供給を停止すれば、バルブアクチュエータ5が2.5分の長さに戻る。また、バルブシート61が止まる。

再び八方流合のハブの状況が見えてくる。  
【0054】このように構成した準構造マスフローコントローラ50によれば、既述した準構造マスフローコントローラ50の場合と同様、質量流量の制御を確実に行なうことができ、腐食性ガスに対する耐食性に優れ、小サブサイズ及び準構化により高速応答性を発揮することができる。また、高速応答で腐食性ガスの質量流量をコントロールすることが必要な高精度半導体製造プロセスに適用することも可能である。

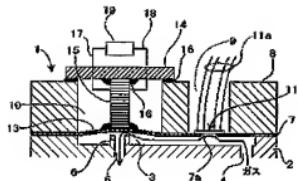
【0055】



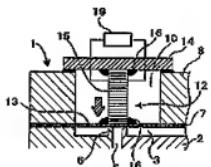
(8)

特藏2002-358127

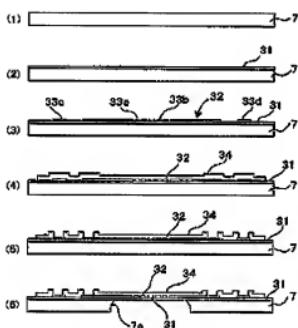
〔圖 1 〕



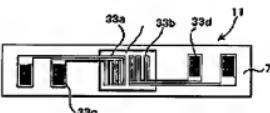
[图2]



[图3]



[图4]

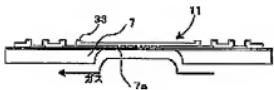


[圖 10]

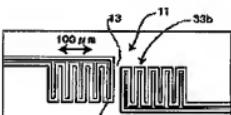


フローセンサの写真  
(a) Cl<sub>2</sub>テスト前, (b) Cl<sub>2</sub>テスト後

[図5]



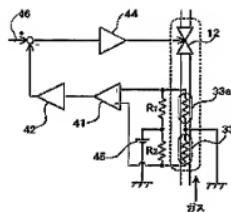
【图6】



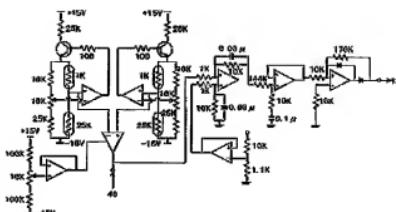
(9)

特明2002-358127

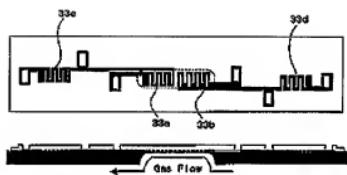
【图3】



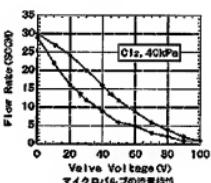
【圖 8】



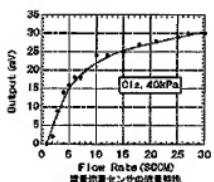
### 【圖9】



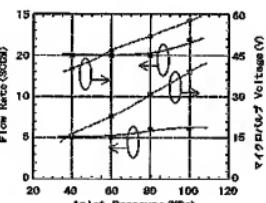
【圖 1-1】



[图1.21]



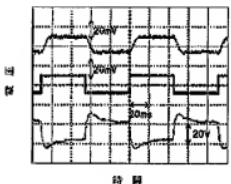
【图1.3】



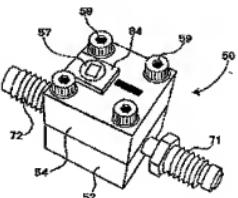
10

特開2002-358127

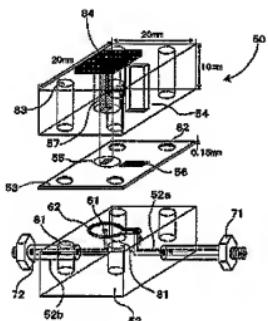
[圖 14]



[图15]



[图 16]



## フロントページの統一

(72)発明者 平田 薫  
宮城県仙台市太白区桜木町25-20 グレー  
ンハイツ101

F ターム(参考) 2F030 CA10 CC13 CP05 CF08 CH05  
 2F035 EA08  
 3H062 AA02 AA12 BB30 CC05 HH10  
 5F045 AA04 AA15 AC02 EE04 EE17  
 5H072 AA20 BB01 DD20 EE02 EE07  
 EE19 FF05 GG15 HH04